

化粧品技術の課題とその発展

(株)資生堂顧問理事
日本化粧品技術者会名誉会長 光井 武夫
IFSCC前会長

(1) 日本に於ける年代別化粧品技術の動向

日本の化粧品技術の動向を年代によって追って見ると、Table-1のように大きく4つに分かれるように思える。

1970年代の半ばまでは日本の化粧品産業が急成長をした時代であって、研究の主流も「もの」作りに関係したものが多かった。製品の安定性、使用性、製造技術、品質管理などが重視され、コロイド科学、レオロジー、統計学などが中心であった。

1973年第一次オイルショックを契機として低成長時代に入ると「ひと」と「もの」との調和の時代に入り、化粧品の安全性の問題が重視されるようになってきた。低感作性原料使用の製品や自然化粧品の開発が活発になった。

1980年代に入ると、この傾向は一層強まり、安全性が重視されると共に「もの」が「ひと」に何をしてくれるのか、すなわち有用性の研究がクローズアップしてきた。

1990年代に入ると「もの」の過剰と飽和を背景に「ひと」の問題が一層重視されるようになり、高齢化社会の到来に対する社会的な関心が強まると共に「心の豊かさ」が求められ「もの」と「ひと」とのかかわりが「もの」と「ひとの心」とのかかわりにまで拡張されてくる。

これらの関係を整理すると

(2) 「ひと」と「もの」、「ハード」と「ソフト」 21世紀に向かう化粧品技術の課題

「ひと」と「もの」、「ハード」と「ソフト」の二軸に分けて考えると「ひと」の「ハード」は身体や皮膚や毛髪などであって、生理学や皮膚科学が関与する。

「ひと」の「ソフト」な面は心であって、心理学の世界であるが、メーキャップ化粧品の心理効果や芳香製品の心理効果、いわゆる「アロマロジー」が注目を浴びている。

「もの」側の「ハード」面は製品である。機能性化粧品の開発、特に高齢

化社会を迎えてシワ、シミ防止、発毛等へ向けての製品開発が重要課題である。

環境問題も重要である。環境に優しい製品やパッケージの開発が進められている。例えばパッケージ材料に塩化ビニール樹脂を使わないとか、エアゾール製品からフロンガスを除くとか、河川を汚さないために生分解性物質を用いるとかである。

「もの」についての「ソフト」面の研究はまづ製品のもつ特性を生理学的に、物理化学的に或いは心理学的に正確に計測し、それによって有用性の向上を追求しその結果を商品や美容法に関する情報に盛り込み、的確に消費者に伝えることによって商品を選択したり、利用したりするときの情報を提供することである。最近これらの評価手段、伝達手段は大変進歩している。

まづ「ひと」側の問題を「ハード」の面と「ソフト」の面から考えてみたいと思う。

(3) 65才以上人口割合の推移

人の生理学的、皮膚科学的な面での最近の最大の問題は急速な「高齢化社会」の到来である。

国際連合の定義によると、65才以上の高齢者が全人口の7%を越えると「高齢社会」と言い、14%を越えると「高齢国家」と言う。

先進諸国はいち早く高齢国家に入っているが、フランスの場合高齢社会から高齢国家に達するのに110年かかっているが、日本はわずか25年で、1995年には高齢国家に達するものと見込まれる。しかも2020年にはスイスを抜いて世界一の高齢国家になるだろうと予測されている。

(4) 老化に伴う諸機能の低下

老化すると「神経伝達速度」、「基礎代謝率」、「細胞内水分量」を始め全ての機能が低下する。

(5) 皮膚の老化現象とその要因

身体の諸機能の低下と同様に皮膚も老化する。

皮膚の老化の内的要因としては皮脂腺機能低下、角質層の粗造化、表皮の菲薄化、コラーゲン架橋増加等がある。外的要因としては紫外線、低温・低湿条件の影響などがある。これらの要因は皮表水分保持機能の低下、柔軟性、弾力性低下、生理機能低下などをもたらし、皮膚上では潤い、つや、なめらかさ、はりを減少させ、シミ、シワを増加させる。

化粧品が老化を導く外的要因に対して明確な防御効果があるということは多くの報告があり確認されている。今後はこの内的要因を防ぐ製品開発が課

題となろう。ただ内的要因との直接的な関連は分からないが、内的要因になんらかの影響を及ぼすことによって老化現象を防止するような製品開発が最近行われているのでそれについては「もの」側のところで説明する。

(6) 化粧の心理効果

「ひと」の「ソフト」面である心の問題が最近の注目を集めている。

「ひと」と「もの」のかかわりあい、「もの」が「ひと」にどれだけのことが出来るのか、更に「人の心」にどれだけの影響をもたらせ得るのか。そしてまたその心が体にどういう効果を及ぼすのかということである。

化粧という行為が人の心理に大きな効果を及ぼすということは経験的によく認識されている。

「化粧をすると気持ちがしゃんとする」、「女らしい気分になる」、「ストレスが緩和される」などである。

(7) Means of Factors Scores of Each Group

宇山らの「メーキャップの心理的有用性」の研究（日本化粧品学会誌 14 3 1990）によるとこの化粧の心理的な効果は年代によってかなり異なることが報告されている。すなわち質問紙による調査により、女性が主観的に感じているメーキャップの心理的効果を因子分析（主因子法）すると、

Factor 1、積極性上昇……………「人に会いたくなる」「何かしたくなる」など外向的になる効果
Factor 2、リラクゼーション ……「くつろぐ」「リラックスする」など穏やかになる効果
Factor 3、気分の高揚（対外） ……「表情が明るくなる」「明るくなる」など前向きになる効果
Factor 4、気分の高揚（対自） ……「晴々する」「うれしい」など気分が良くなる効果
Factor 5、安心 ………………「安心する」「恥ずかしくない」などの効果

の5因子構造であることが明らかになり、年代別にこれらの効果の感じ方を比較すると、年代の若いほど「人に会いたくなる」「何かしたくなる」といった積極性が上昇する効果を、年代の高い人ほど「くつろぐ」「リラックス」するなどリラクゼーションの効果を強く感じる傾向となった。

メーキャップ製品と同じように人の心に大きな影響をあたえるものとして芳香製品がある。

(8) におい、香料の生理・心理効果(芳香療法)

香料を薬として用いる芳香療法(Aromatherapy)はヨーロッパでは昔より行われてきた。“Aroma”は芳香、“Therapy”は治療の意味である。

最近アメリカでは治療まではいかないが、芳香のもつ生理・心理作用を有効に利用するというので、“Aromachology”という言葉が使われた。 “chology”は“psychology”心理の意味である。AromatherapyにせよAromachologyにせよ、芳香のもつ効果を積極的に利用しようとする点では同じである。

効果のある香料成分としてはいろいろなものが用いられてきた。植物、動物の一部から精油を作り、それお用いるか、精油から香料成分を単離したり、その成分を合成により作って用いられた。

ケゴンキョウ ズコウ

(9) 華嚴経 ——塗香 の功德

香りのもつ生理的効果は東洋でも古くから着目されていた。これは仏教の教典である「華嚴経」で、紀元前5世紀ほどのものが基本になっている「塗香の功德」といわれるもので香りを体に塗る効果である。

1、精気を増益する 4、寿命を長からしめる 5、顔色を光盛ならしめる 8、人をして強壮ならしむる などである。

(10) 効果と用法

どんな効果があるかという、神経系では「心身の鎮静・高揚作用」、免疫では免疫機能の賦活、消化循環系では「血圧の上昇・降下」「食欲の増進・抑制」などである。用法は「かぐ」「すう」「ぬる」「のむ」であるが、今回はこの中で「かぐ」という臭覚刺激について行われた実験結果について述べる。

(11) Useful Methodology for Emotional Response to Odor

香りに対する生体の反応を測定する効果的な方法が最近数多く開発されてきた。その結果アロマコロジーが発展したわけである。

「皮膚電位」「血流」「瞳孔反応及びフリッカーテスト」「血圧、心拍数反応時間」それから「脳波」などである。脳波にもいろいろな種類があり、 α 波が多くなると鎮静状態を示すといわれる。今回はこれらのいくつかについて話をする。

(12) 実験風景

これは実験風景である。パネルに香りをかがせ、心拍をはじめ、脳波、指尖容積脈波、呼吸、筋電図、眼球運動など沢山の指標を測定し、香りの生理的・心理的効果を測定する。

(13) 実験試行の時間的手続き — 実験1

これは心拍数の変動によって香料の効果を調べる方法である。パネルに5秒間の前安静後、20秒間香りを呈示する。香り呈示直後に1秒間の音刺激(W S)が警告音として被験者に与えられる。その10秒後に呈示される別種の継続音刺激(I S)をキー押し反応により出来るだけ素早く消すことがパネルに義務づけられる。パネルは継続音を出来るだけ素早く消そうとするために警告音を聞いてから10秒間に急速に緊張感が高まる。緊張が高まると心拍変動パターンの谷が深くなりDEが大きくなる。継続音を消すとパネルはほっとして心拍数のカーブは上昇する。このDEの大きさに及ぼす香料の効果を調べるわけである。この実験方法は丁度競争の時「ヨーイ」と言う声を聞いてから「ドン」と言うスタートの合図を聞くまでにパネルの緊張が急速に高まる現象をまねたものである。香りを与えないとき(ブランク)より香料を与えたときの方が谷が大きくなると高揚効果があり、谷が小さくなると鎮静効果があったことになる。

(14) ブランク、レモン、ローズ条件下の心拍変化パターン

これはローズとレモンの実験結果である。ローズではブランクに比べ谷が浅く、レモンでは谷が深い。ローズが鎮静的な効果、レモンが高揚的な効果を持っていることが推察される。

尚これについては他に心理質問用紙を用い、香りの効果を聞いているが、レモンでは非常にスッキリした感じがするし、ローズではゆったりした感じがするという結果が得られている。また同時にアルファ波を測定しているが、ローズではアルファ波の増強が認められ、やはり人が快適な、あるいはゆったりした意識を感じていることが分かる。

尚この研究は資生堂と岩手大学の山口先生の共同研究である。

(15) ジャスミン及びコーヒーのCNVに及ぼす効果

これは脳波の変動の一種であるCNV (Contingent negative variation) 随伴性陰性変動を調べたもので、東邦大学の鳥居先生と高砂香料との実験結果である。前回の心拍変動の実験に類似しているが、パネルにはS₁で音刺激を与え、約2秒後にS₂で光刺激を与え

る。被験者はS₂の刺激を受けると素早くボタンを押してS₂の刺激を消去する反応課題を実行するように義務づけられている。このような実験パラダイム下では精神的な予期、期待、興奮に関係してゆっくりとした電位で陰性方向へ変動する脳波の変化が観測される。

この脳波変動の初期部分を早期成分というが、ここを比較するとコーヒーやジャスミンでは対照に比べ高くなっていて高揚効果が示されている。コーヒーに高揚効果があることは一般によく知られていることである。

(16) ジャスミン及びラベンダーのCNVに及ぼす効果

同様にラベンダーについてみると、対照に比べてこの早期成分が減少し、香りとしては鎮静効果をもっていることが分かる。

ラベンダーは古くから鎮静効果をもっていると言われていたが、この実験で科学的に証明されたといえる。

(17) 森林浴後の唾液中コルチゾール、宮崎

これはホルモンの分泌との関係を調べたもので、森林総合研究所の宮崎らの結果である。

森林浴中に唾液中のストレスホルモンであるコルチゾールがどうゆうように変化するかを5人の健康な男子を用いて調べている。

対照は森林浴をしていない時のコルチゾールの値だが、森林浴1日目、2日目のコルチゾール量はいずれも最初に比べて減少し、ストレスが減っていることが分かる。

森林浴の2日目の方が1日目より効果が減少しているが、これは“香りの慣れ現象”である。

(18) 香料による免疫力の回復効果

これは久留米大学の横山先生と資生堂が関係して行ったもので、香料による免疫力の回復効果をみたものである。

マウスにヒツジの赤血球を注射すると、マウスにとって異物なので、生体の防御反応として抗体産生細胞が増加する。その数を測定し、免疫力とする。

正常なマウスに比べ高圧のストレスをかけると免疫力が落ちる。ところがチュベローズやオークモス、ラブダナムという香料をかがせると免疫力が非常に増強されることが分かる。

(19) チュベローズ

これがチュベローズである。

(20) 神経系が免疫制御、朝日新聞記事

こうした神経系が免疫制御に影響を及ぼす機構について、最近新しい発見が行われ、イギリスの科学誌ネイチャーに発表されたことが朝日新聞の93年6月21日の夕刊に報道された。

記事によると「ストレスでアトピー性皮膚炎が悪化するといわれるように、神経系と免疫系が関係していることは長い間指摘されてきたが、直接の証拠を示すことは難しかった。米国マサチューセッツ総合病院ハーバード大学皮膚科学研究所の細井純一研究員たち（この研究所は資生堂が資金をバックアップして設立したもので、細井は資生堂の研究員である）は両者の結びつきをレーザー顕微鏡ではっきりとらえ、神経間の情報を伝える物質の一つであるCGRP（カルシトニン）がある免疫細胞の働きを制御していることを明らかにした」とのことである。

すなわち「ランゲルハンス細胞とよばれる免疫細胞の70%以上に神経細胞の末端が接触していた。さらに免疫細胞の10%はCGRPで取り囲まれていることを突き止めた。またCGRPはランゲルハンス細胞の働きを抑えることを動物実験などで確かめた」とのことである。

左の写真はランゲルハンス細胞に接触している神経細胞末端、右の写真は放出された神経伝達物質に取り囲まれたランゲルハンス細胞である。

(21) 写真と解説図

以上の結果を示す写真と解説図

(22) ホメオスタシス（自律神経系－免疫系－内分泌系）

以上述べたように、香りの刺激が脳を経て、自律神経系や免疫系や内分泌に影響を及ぼすわけであるが、これらは人間の体のホメオスタシス（恒常性維持機能）を構成する。ホメオスタシスは人の健康維持システムであって、病気や怪我や外部環境の変化に対し体を元の状態に戻そうとする生体の順応性、回復力である。

従って香りを上手に使えば人の健康維持システム、ホメオスタシスの向上に十分役立つと考えられる。

(23) 21世紀に向かう化粧品技術の課題

以上は“ひと”側の“ハード”面と“ソフト”面について考えてみたが、次は“もの”側の“ハード”面の製品開発と“ソフト”面の情報科学を考えてみたい。

(24) 80年代のイノベーション

80年代は技術革新が急速に進んだ年である。

技術は人類の歴史と共に常に進歩し続けるが、種々の新技術が一挙に吹き出し革新的な発展をとげる時と、こうした新技術が徐々に定着し、リファインされていく時がある。

80年代は正に前者の新技術が革新的に芽生えた時と言ってよいであろう。

三菱総合研究所の牧野昇氏はこの技術革新が余りにも画期的であったから技術革命と呼び、80年代の5大技術革命として生物革命、光革命、材料革命、機電革命、情報革命をあげている。

「生物革命」はバイオテクノロジーの開発である。バイオテクノロジーによって人類は遺伝子組み替えや細胞融合を行い、新しい生物を作り出すことが可能となった。すなわち従来生産が困難であり、市場ニーズに応えられなかった薬剤や原料を新微生物に生産させ、大量に入手出来るようになった。

「光革命」はレーザーの利用である。レーザーにより光通信分野をはじめ、光IC、光コンピューターなどの情報処理分野、ディスクメモリーなどの記録分野、レーザーメスなどの医療分野が急速に発達した。

「材料革命」は超電導材料のような機能材料や生体適応材料である。

人口臓器等の生体適応材料は高齢化社会を迎え衰えていく人間の機能を保持するものとなる。材料革命は我々の領域でも多くのファインケミカル（複合材料など）を生み出した。

「機電革命」メカトロニクスはメカニカル（機械）とエレクトロニクス（電子）の合成語である。マイコンの発達によりあらゆる機械は頭脳を持つことになった。ロボットはその典型であるが、化粧品業界でも生産のみならず研究分野にも用いられるようになってきた。

「情報革命」はC&C、すなわちコンピューターとコミュニケーション（通信）技術の融合によって可能となった。すなわち従来の「マス情報」から「個別目的のための特定の情報」にかわったのである。これにより個々の人のために、個々の人が必要とする情報を提供することが出来るようになった。

これらの技術革新は化粧品の製品開発に、あるいは情報伝達に多大の影響を及ぼすこととなる。

(25) 有用性の高い機能性化粧品の開発

すなわち、有用性の高い機能性化粧品の開発が、皮膚科学、生物工学、化学、物理学、薬学、心理学等多くの学問が関与するライフサイエンスを基盤として、バイオテクノロジーによる新原料、新薬剤の開発や、ファインケミストリーによる新素材の開発さらにこれらを組み込んだ新製剤技術の開発によって行われるのである。

本日はリンクルリフト（しわとり）製品の開発について述べる。

(26) 大じわ、小じわの加齢変化

加齢に伴いしわは徐々に深く刻まれていく。

20代後半か、30代前半から、外眼角から外側に向かって放射状に走行する皮溝が長い溝として強調され始め、次第に明らかな小じわに成長する。40才をこえると小じわは本数が減少し、深さも減少して次第に大じわに吸収されていく。

(27) 目尻しわの加齢変化（日本人女性）

30才代～60才代の日本人女性127名の目尻写真について視感により評点付けを行った結果を示す。

小じわは40～44才をピークに減少するのに対し、大じわは年齢と共に増加する。

(28) しわ発生のメカニズム

しわの発生メカニズムについては十分明確になっているとは言い難いが、ある一定方向の筋肉の運動によって皮膚に歪み加わり、さらにそれが長期にわたり繰り返されるなかで、表皮、真皮の加齢による柔軟性の低下とあいまって歪みが解消されずにしわとして定着していくものと思う。

(29) Shiseido Wrinkle Analyzer 3-D Pro

リンクルリフトを研究するためには、まず大じわ、小じわを定量的に計測することが重要である。定量的に計測することによって薬剤の効果が検出される。

(30) システム構成図

システムの概要を示す。計測部分を拡大すると、

(3 1) 計測装置と視野切替えミラー

測定原理は光学を利用した非接触測定法の一つである。「レーザースリット光を用いた光切断法」で、肌からとったレプリカにレーザーによるスリット光を照射し、その反射光をCCDカメラでとらえ、画像処理により物体の形状を測定、形状を再現する方法である。また測定に先立ち、広視野用CCDカメラを用いてレプリカの位置合わせが行えるようになっている。

(3 2) 原理図(レーザースリット光による光切断法)

Z₀を求めるにはZ₀、X₀、 θ は既知であるからCCDカメラでX₀を測定すれば計算できる。

この装置の特色はレーザー光源を左右に2台設けて左右両方向から順次走査させレーザースリット光が当たらない死角が出来ないように対処していること。(一方向では大きなシワの蔭になる小さなシワが見落とされる)

レーザースポット光では3次元での走査に時間を要するためスリット光を用いて測定時間を短縮していること。広視野用CCDカメラを設置して試料レプリカの位置合わせを容易にしていることなどである。

(3 3) 3D Measurement Flowchart, Main Flow

計測後、得られた3次元データをもとに自動位置合わせを行い、大じわ、小じわを一対一対応させる。その後フローチャートに従い断面解析と面解析を行い、大じわ、小じわの深さ、幅、長さ、面積、体積等のパラメーターを求める。

(3 4) アイクリーム使用者の解析例、レプリカ原画像

レチノール含有のアイクリーム使用前と使用3カ月後の同一部位の目尻レプリカ原画像である。

(3 5) 断面解析例

左半分はアイクリーム使用後のレプリカの凹凸度合いを色差で表現した高さ画像、右半分は左の高さ画像のしわに対し垂直に切った任意3線の断面解析例で、しわを凹で表現、Frame 1のグレー線が使用前、Frame 2の白色線が使用後を表す。

アイクリーム使用によりしわの深さが浅くなっていることが分かる。

(36) 面解析例

同レプリカの面解析例、赤～黄色がしわの部分であり、この中の青い部分が深いところ、使用後のしわが改善されていることが分かる。

(37) レンダリング図

同レプリカのCGレンダリング図
大じわ抽出部を赤色、小じわ抽出部を黄色で表現
使用後のしわの改善が認められる。

(38) 小じわ（断面解析）

小じわの凹凸、本数、総体積いずれも12週の使用により効果が現れている。(n=59)

(39) しわ（面解析）

しわの総長、本数、総表面積のいずれにも効果が現れている。(n=59)

(40) 21世紀に向かう化粧品技術の課題

現代の化粧品技術の課題を「ひと」と「もの」、「ハードウェア」と「ソフトウェア」に分けて考察し、「もの」と「ひと」とのかかわり特に「ひとの心」とのかかわりが益々重要になってくる例としてアロマコロジーをとりあげてみた。

アロマコロジーは芳香製品のみならず、スペースパーヒュームとして、より広く利用されるようになったが、脳神経を通じ人体の生理作用にも強く影響を及ぼすことが科学的に立証されてきた。

また急速に進む高齢化社会のニーズに対応し、高機能性製品の開発が期待されるが、ここではリンクルリフトを一例として紹介した。

いずれの製品開発にしても特性値の計測手段が確立したことがキーポイントになったことを注目しなければならない。

よい香りが人の心や体によい影響を及ぼすであろうことを我々は古くから経験的に認識していた。しかし評価手段や計測機器の発達によって、どの香料が人の心理、生理にどのような効果を及ぼすかを定量的に理解出来るようになった。同様にリンクルリフトの製品開発も同一部位のしわの大きさや深さ、本数を正確に測定する手段の開発によって可能となる。

「ひと」と「もの」、「ハード」と「ソフト」のかかわりは今後益々重要なものとなって来るであろう。